

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-060582

(43)Date of publication of application : 06.03.2001

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065
C23F 4/00

(21)Application number : 11-235191

(71)Applicant : TOKYO ELECTRON LTD

(22)Date of filing : 23.08.1999

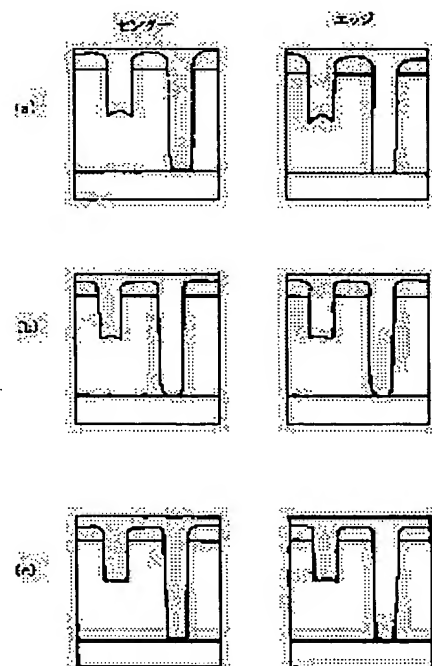
(72)Inventor : KOBAYASHI KEN
HAGIWARA MASAOKI
NAITO WAKAKO
INASAWA KOICHIRO

(54) ETCHING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an etching method which can prevent micro trenching, without using etching stoppers.

SOLUTION: This etching method for etching an org. film layer, formed on a wafer in a hermetic processing chamber with a process gas fed into the process chamber, uses a processing gas contg. N₂ and H₂, and the pressure in the vacuum processing chamber is substantially 500-800 mTorr. If the processing gas contains at least N atom-contg. gas and a H atom-contg. gas and the pressure in the vacuum processing chamber is set to substantially 500 mTorr or higher, then micro trenching can be prevented, without using etching stoppers and the mask select ratio can be raised.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.02.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 20.01.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2004-03406

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 19.02.2004

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-60582

(P2001-60582A)

(43) 公開日 平成13年3月6日 (2001.3.6)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 L 21/3065

H 0 1 L 21/302

J 4 K 0 5 7

C 2 3 F 4/00

C 2 3 F 4/00

E 5 F 0 0 4

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平11-235191

(22) 出願日 平成11年8月23日 (1999.8.23)

(71) 出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社

東京都港区赤坂5丁目3番6号

(72) 発明者 小林 憲

山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1

東京エレクトロン山梨株式会社内

(72) 発明者 萩原 正明

山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1

東京エレクトロン山梨株式会社内

(74) 代理人 100095957

弁理士 亀谷 美明 (外2名)

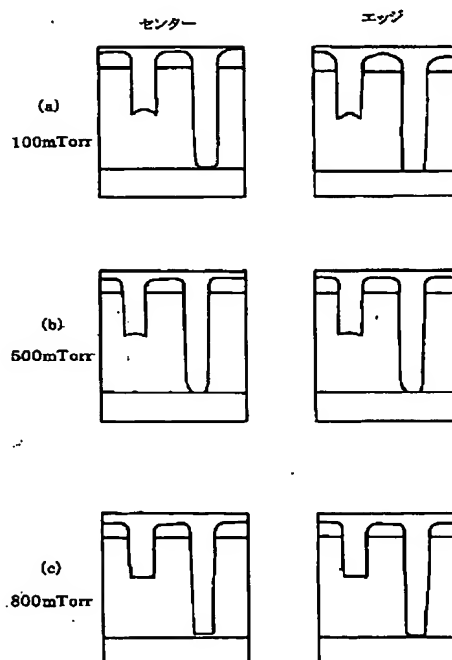
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エッチング方法

(57) 【要約】

【課題】 エッチストップパを用いることなく、マイクロトレンチングを防ぐことの可能なエッチング方法を提供する。

【解決手段】 気密な処理室内に処理ガスを導入し、処理室内に配置されたウェハWに形成された有機膜層に対するエッチング方法において、処理ガスは N_2 と H_2 とを含み、真空処理室内の圧力は実質的に500mTorr~800mTorrであることを特徴とする。処理ガスに少なくとも窒素原子含有気体と水素原子含有気体とを含み、真空処理室内の圧力を実質的に500mTorr以上にすると、エッチストップパを用いることなく、マイクロトレンチングを防ぐことができる。また、マスク選択比を高めることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 気密な処理室内に処理ガスを導入し、前記処理室内に配置された被処理体に形成された有機層膜に対するエッチング方法において：前記処理ガスは少なくとも窒素原子含有気体と水素原子含有気体とを含み、前記真空処理室内の圧力は実質的に500mTorr以上であることを特徴とする、エッチング方法。

【請求項2】 前記真空処理室内の圧力は実質的に500mTorr～800mTorrであることを特徴とする、請求項1に記載のエッチング方法。

【請求項3】 前記窒素原子含有気体はN₂であり、前記水素原子含有気体はH₂であることを特徴とする、請求項1または2に記載のエッチング方法

【請求項4】 前記処理ガスは、Arをさらに含むことを特徴とする、請求項1、2または3のいずれかに記載のエッチング方法。

【請求項5】 前記有機層膜に対するエッチングは、前記有機層膜の途中でエッチングを停止させることを特徴とする、請求項1、2、3または4のいずれかに記載のエッチング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、エッチング方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、半導体素子の配線にAl合金を用いる場合、層間絶縁膜上にAl合金をスパッタ法で堆積し、その後エッチングして配線パターンを形成していた。この従来のドライエッチングにおいては、処理室内の圧力は、数mTorr～100mTorrの圧力領域が一般的であった。特開昭60-170238によれば、50～100mTorrの圧力範囲でエッチング速度を最高にすることができ旨が記載されている。

【0003】この従来法に対し、近年、ダマシン・プロセスと称されるCu配線の形成が行われている。ダマシン・プロセスとは、層間絶縁膜に配線パターンの溝を形成し、この溝に配線材料を埋め込む方法である。Al合金からCuへの配線材料の変更によって、比抵抗が約半分になり、高速化しやすくなる。科学的機械研磨(CMP)による平坦化が可能になっている現在、ダマシン・プロセスは実用化しやすくなった。

【0004】また、ダマシン・プロセスの応用技術として、デュアル・ダマシンと称される技術がある。デュアル・ダマシンとは、後工程により配線とビアホールとが形成される逆凸型の溝を層間絶縁膜に形成し、この溝に配線用の金属物質を埋め込むことで配線とビアホールとを同時に形成する技術である。このデュアル・ダマシン用の逆凸型の溝を形成するにあたっては、層間絶縁膜の途中でエッチングを停止させた際に、形成された溝の底面が平坦になるよう制御する必要がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述した従来の数mTorr～100mTorr圧力範囲でこのデュアル・ダマシン用の逆凸型の溝を形成すると、溝の底面が平坦にならず、いわゆるマイクロレンチングが生じるという問題や、エッチングマスクに対する選択比（以下、「マスク選択比」という。）が低いという問題が生じる。

【0006】このマイクロレンチングを防ぐため、希望の深さに下地となる層（以下、「エッチストップ」と称する。）を形成することが行われている。しかしながら、エッチストップは誘電率が高いため、配線間にキャパシタが形成されてしまうという別の問題が生じる。配線の微細化が進む最先端技術においては、エッチストップを用いることなくマイクロレンチングを防ぐことの可能なエッチング方法の開発が急務となっている。

【0007】本発明は、従来のエッチング方法が有する上記問題点に鑑みてなされたものであり、本発明の第1の目的は、エッチストップを用いることなく、マイクロレンチングを防ぐことの可能な、新規かつ改良されたエッチング方法を提供することである。

【0008】さらに、本発明の第2の目的は、マスク選択比を向上させることの可能な、新規かつ改良されたエッチング方法を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、請求項1によれば、気密な処理室内に処理ガスを導入し、処理室内に配置された被処理体に形成された有機層膜に対するエッチング方法において、処理ガスは、少なくとも窒素原子含有気体と水素原子含有気体とを含み、真空処理室内の圧力は実質的に500mTorr以上であることを特徴とするエッチング方法が提供される。なお、有機膜は比誘電率が3.5以下の低誘電率材料が好ましい。また、真空処理室内の圧力は、請求項2に記載のように、実質的に500mTorr～800mTorrであることが好ましい。

【0010】処理ガスに少なくとも窒素原子含有気体と水素原子含有気体とを含み、真空処理室内の圧力を実質的に500mTorr以上にすると、エッチストップを用いることなく、マイクロレンチングを防ぐことができる。また、マスク選択比を高めることができる。従って、例えば請求項5に記載のように、エッチングを有機層膜の途中で停止する必要が生じるプロセス、例えばデュアル・ダマシンプロセス等において特に効果的である。

【0011】また、請求項3に記載のように、窒素原子含有気体としてN₂を採用してもよく、水素原子含有気体としてH₂を採用してもよい。このように、処理ガスの構成として、N₂やH₂を採用すれば、取扱いが容易であるとともに、大気中に放出されても地球の温暖化の

原因となり難い。さらに、 N_2 や H_2 は安価であるため、処理コストが上昇することがない。

【0012】また、請求項4に記載のように、処理ガスにArを含むようにすれば、エッチング条件を容易に制御できるため、溝の形状制御を容易に行うことができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下に添付図面を参照しながら、本発明にかかるエッチング方法の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

【0014】(1) エッチング装置の構成

まず、図1を参照しながら、本実施の形態のエッチング方法が適用されるエッチング装置100について説明する。同図に示すエッチング装置100の処理容器102内には、処理室104が形成されており、この処理室104内には、上下動自在なサセブタを構成する下部電極106が配置されている。下部電極106の上部には、高圧直流電源108に接続された静電チャック110が設けられており、この静電チャック110の上面に被処理体、例えば半導体ウェハ（以下、「ウェハ」と称する。）Wが載置される。さらに、下部電極106上に載置されたウェハWの周囲には、絶縁性のフォーカスリング112が配置されている。また、下部電極106には、整合器118を介して高周波電源120が接続されている。

【0015】また、下部電極106の載置面と対向する処理室104の天井部には、多数のガス吐出孔122aを備えた上部電極122が配置されている。上部電極122と処理容器102との間には絶縁体123が設けられている。また、上部電極122には、整合器119を介してプラズマ生成高周波電力を出力する高周波電源121が接続されている。また、ガス吐出孔122aには、ガス供給管124が接続され、さらにそのガス供給管124には、図示の例では第1～第3分岐管126、128、130が接続されている。

【0016】第1分岐管126には、開閉バルブ132と流量調整バルブ134を介して、 N_2 を供給するガス供給源136が接続されている。また、第2分岐管128には、開閉バルブ138と流量調整バルブ140を介して、 H_2 を供給するガス供給源142が接続されている。さらに、第3分岐管130には、開閉バルブ144と流量調整バルブ146を介して、Arを供給するガス供給源148が接続されている。処理ガスに添加される不活性ガスは、上記Arに限定されず、処理室104内に励起されるプラズマを調整することができるガスであればいかなる不活性ガス（例えばHe、Krなど）でも採用することができる。

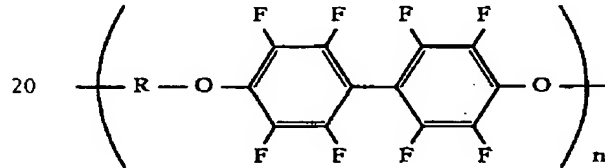
【0017】また、処理容器102の下方には、不図示の真空引き機構と連通する排気管150が接続されており、その真空引き機構の作動により、処理室104内を所定の減圧雰囲気に維持することができる。

【0018】(2) ウェハの構成

次に、本実施の形態にかかるエッチング方法によりエッチング処理を施すウェハWの構成について説明する。本実施の形態で使用するウェハWは、Cu膜層上にエッチング対象である層間絶縁膜が形成されている。この層間絶縁膜は、比誘電率が従来の SiO_2 よりも非常に小さい、例えばポリオルガノシロキサン架橋ビスベンゾシクロブテン樹脂（以下、「BCB」と称する。）や、Dow Chemical社製のSiLK（商品名）や、以下の示す構造を有するFLARE（商品名）などの有機系低誘電率材料から構成されている。

【0019】

【化1】



【0020】また、層間絶縁膜上には、所定のパターンを有するエッチングマスクが形成されている。このエッチングマスクには、例えば、フォトリソ膜層から成るマスクや、 SiO_2 膜層とフォトリソ膜層とから成るマスクを採用することができる。

【0021】次に、上述したエッチング装置100を用いて、本実施の形態にかかるエッチング方法によりウェハWにコンタクトホールを形成する場合のエッチング工程について説明する。まず、予め所定温度に調整された下部電極106上にウェハWを載置し、該ウェハWの温度を処理に応じて $20^{\circ}C \sim 60^{\circ}C$ 程度に維持する。次いで、本実施の形態にかかる処理ガス、すなわち N_2 と H_2 と Ar の混合ガスを、ガス供給管124に介挿された流量調整バルブ134、140、146により上記各ガスの流量を調整しながら処理室104内に導入する。この際、処理室104内の圧力雰囲気が実質的に500mTorr以上、好ましくは、実質的に500mTorr～800mTorrになるように、処理室104内を真空引きする。

【0022】次いで、下部電極106に対して、例えば周波数が13.56MHzで、電力が600W～1400Wの高周波電力を印加する。また、上部電極122に対して、例えば周波数が60MHzで、電力が600W～1400Wの高周波電力を印加する。これにより、処理室102内に高密度プラズマが生成され、かかるプラズマによってウェハWの有機系低誘電率材料からなる層間絶縁層に、所定形状のコンタクトホールが形成され

る。

【0023】本実施の形態は、以上のように構成されており、処理ガスは、少なくとも窒素原子含有気体と水素原子含有気体とを含み、真空処理室内の圧力は実質的に500mTorr以上であるので、エッチストップを用いることなく、マイクロトレンチングを防ぐことができる。また、上記処理ガスを採用すれば、マスク選択比を高めることができる。

【0024】さらに、処理ガスの構成として、N₂やH₂を採用したので、取扱いが容易であるとともに、大気中に放出されても地球の温暖化の原因となり難い。さらに、N₂やH₂は安価であるため、処理コストが上昇することがない。さらにまた、処理ガスにArを含むようにしたので、エッチング条件を容易に制御できるため、形状制御を容易に行うことができる。さらにまた、処理ガスにO₂を添加しなくても、所定のエッチング処理を行うことができるので、処理時にCu層膜が酸化するのを防止できる。このため、Cu層膜上に酸化防止膜を形成する必要がなく、被処理体の厚みを相対的に薄くすることができる。

【0025】

【実施例】次に、図2～図5を参照しながら本発明にかかるエッチング方法の実施例について説明する。なお、後述する実施例1～実施例2は、上記実施の形態で説明*

*したエッチング装置100を用いて、ウェハWの層間絶縁膜にコンタクトホールを形成したものであるので、上記エッチング装置100及びウェハWと略同一の機能及び構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。また、エッチングプロセス条件は、以下で特に示さない限り、上述した実施の形態と略同一に設定されている。

【0026】(A)実施例1（処理室内の圧力雰囲気の変化）

まず、図2を参照しながら、処理室104内の圧力雰囲気を变化させた場合の実施例1(a)～実施例1(c)について説明する。本実施例1(a)～実施例1(c)は、次の表に示す条件に基づいてエッチング処理を行い、上述したウェハWの層間絶縁膜にコンタクトホールを形成した。なお、表及び図面において、ウェハWの中央部をセンターと表記し、ウェハWの端部をエッジと表記し、ウェハWの中央部と端部の中間部をミドルと表記する。また、トレンチングとは、コンタクトホールの略中央部のエッチング深さに対するコンタクトホールの端部のエッチング深さの比を表しており、この値が大きいほどコンタクトホールの形状に悪影響を与えるマイクロトレンチングが形成されていることを表す。

【0027】

【表1】

実施例	処理ガス流量 (sccm)			処理室内の 圧力雰囲気 (m Torr)	エッチングレート (Å/分)		トレンチング(%)		コンタクト ホールの 断面形状
	N ₂	H ₂	Ar		センター	エッジ	センター	エッジ	
1(a)	400	400	0	100	3858	4000	117	120	図2(a)
1(b)	400	400	0	500	3792	3354	100	112	図2(b)
1(c)	400	400	500	800	4043	3532	87	104	図2(c)

【0028】その結果、実施例1(b)、(c)では、同表及び図2(b)、(c)に示すように、エッチングレートを低下させることなく良好な形状のコンタクトホールを形成することができた。これに対して、実施例1(a)では、同表及び図2(a)に示すように、コンタクトホールにマイクロトレンチングが生じた。

【0029】(B)実施例2（処理室内の圧力雰囲気の変化）

次いで、図3を参照しながら、処理室104内の圧力雰

囲気を变化させた場合の実施例2(a)～実施例2

(c)について説明する。本実施例は、実施例1と同様の条件で、形成されるコンタクトホールの幅を変えたものである。本実施例2(a)～実施例2(c)は、次の表に示す条件に基づいてエッチング処理を行い、上述したウェハWの層間絶縁膜にコンタクトホールを形成した。

【0030】

【表2】

実施例	処理ガス流量 (sccm)			処理室内の 圧力雰囲気 (m Torr)	エッチングレート (Å/分)		トレンチング(%)		コンタクト ホール の断面形状
	N ₂	H ₂	Ar		センター	エッジ	センター	エッジ	
2(a)	400	400	0	100	3083	3146	157	153	図3(a)
2(b)	400	400	0	500	3521	3146	114	128	図3(b)
2(c)	400	400	500	800	3638	3426	89	106	図3(c)

【0031】その結果、実施例2(b)、(c)では、同表及び図3(b)、(c)に示すように、エッチングレートを低下させることなく良好な形状のコンタクトホールを形成することができた。これに対して、実施例2(a)では、同表及び図3(a)に示すように、コンタクトホールにマイクロトレンチングが生じた。本実施例の結果から、処理室内の圧力を所定の圧力に設定すれば、コンタクトホールの幅を変えた場合であっても、良好な形状のコンタクトホールを形成できることが分かる。

【0032】(C)実施例3(N₂とH₂の流量変化)次に、図4を参照しながら、後述するエッチング装置200を用いて、処理ガスを構成するN₂とH₂の流量を変化させた場合の実施例3について説明する。まず、図4を参照しながら、エッチング装置200の構成について説明する。同図に示すエッチング装置200の処理容器202内には、処理室204が形成されており、この処理室204内には、上下動自在なサセブタを構成する下部電極206が配置されている。下部電極206の上部には、高圧直流電源208に接続された静電チャック210が設けられており、この静電チャック210の上面にウェハWが載置される。さらに、下部電極206上に載置されたウェハWの周囲には、絶縁性のフォーカスリング212が配置されている。また、下部電極206には、整合器220を介してプラズマ生成用高周波電力を出力する高周波電源220が接続されている。

【0033】また、下部電極206の載置面と対抗する

処理室204の天井部には、多数のガス吐出孔222aを備えた上部電極222が配置されており、図示の例では、上部電極222は、処理容器202の一部を成している。また、ガス吐出孔222aには、上記エッチング装置100と同様に、ガス供給管224が接続され、さらにそのガス供給管224には、図示の例では第1、第2分岐管224、228が接続されている。

【0034】第1分岐管226には、開閉バルブ232と流量調整バルブ234を介して、N₂を供給するガス供給源236が接続されている。また、第2分岐管228には、開閉バルブ238と流量調整バルブ240を介して、H₂を供給するガス供給源242が接続されている。なお、上記エッチング装置100と同様に、Ar等の不活性ガスを供給するように、第3分岐管を備えるようにしてもよい。

【0035】また、処理容器202の下方には、上記エッチング装置100と同様に、排気管150が接続されている。さらに、処理室204の外部には、処理容器202の外部側壁を囲うように磁石238が配置されており、この磁石238によって上部電極222と下部電極206との間のプラズマ領域に回転磁界が形成される。

【0036】そして、本実施例3(a)～実施例3(d)は、次の表に示す条件に基づいてエッチング処理を行い、上述したウェハWの層間絶縁膜にコンタクトホールを形成した。

【0037】

【表3】

実施例	処理ガス流量 (sccm)		エッチング幅 (μm)	処理室内の 圧力雰囲気 (n Torr)	エッチング深 (最浅部/最深部, A)			コンタクト ホール の断面形状
	N_2	H_2			センター	ミドル	エッジ	
3(a)	200	200	0.35	500	4500/5125	4750/5250	5250/5750	図 6(a)
3(b)	200	200	0.30	500	4875/5250	5000/5375	5000/5500	図 5(b)
3(c)	100	300	0.35	500	5000/6625	4875/5500	5000/5825	図 5(c)
3(d)	100	300	0.30	500	4750/5250	5000/5425	5125/5500	図 5(d)

【0038】その結果、実施例3(a)～実施例3(d)では、同表及び図5に示すように、いずれの流量の場合でも良好な形状のコンタクトホールを形成することができた。本実施例の結果から、処理室内の圧力雰囲気

【0039】以上、添付図面を参照しながら本発明にかかるエッチング方法の好適な実施形態及び実施例について説明したが、本発明はかかる例に限定されない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の

【0040】例えば、上記実施の形態において、 N_2 と H_2 の混合ガス、あるいは、 N_2 と H_2 とArの混合ガスを処理ガスとして採用した構成を例に挙げて説明したが、本発明はかかる構成に限定されるものではない。例えば、 N_2 と H_2 とArの混合ガスにさらに O_2 や不活性ガスなどの各種ガスを添加しても、本発明を実施することができる。すなわち、処理ガス中に少なくとも窒素原子含有気体と水素原子含有気体が含まれていれば、本発明を実施することが可能である。

【0041】また、上記実施の形態および実施例において、平行平板型エッチング装置と、処理室内に磁界を形成するエッチング装置を例に挙げて説明したが、本発明はかかる構成に限定されるものではなく、静電シールドを設けた誘導結合型のエッチング装置や、マイクロ波型エッチング装置などの各種プラズマエッチング装置にも、本発明を適用することができる。

【0042】さらに、上記実施の形態において、ウェハに形成された有機系低誘電率材料から成る層間絶縁膜にコンタクトホールを形成する構成を例に挙げて説明したが、本発明はかかる構成に限定されるものではなく、被

処理体に形成された層間絶縁膜にいかなるエッチング処理を施す場合にも適用することができる。

【0043】

【発明の効果】本発明によれば、エッチストップを用いることなく、マイクロレンチングを防ぐことができる。また、マスク選択比を高めることができる。

【0044】また特に請求項3に記載の発明によれば、処理ガスの取り扱いが容易であるとともに、処理ガスが大気中に放出されても温暖化の原因となり難い。さらに、処理コストが上昇することがない。

【0045】さらにまた請求項4に記載の発明によれば、エッチング条件を容易に制御できるため、溝の形状制御を容易に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用可能なエッチング装置を示す概略的な断面図である。

【図2】本発明の実施例1を説明するための概略的な説明図である。

【図3】本発明の実施例2を説明するための概略的な説明図である。

【図4】本発明を適用可能な他のエッチング装置を示す概略的な断面図である。

【図5】本発明の実施例3を説明するための概略的な説明図である。

【符号の説明】

- 100 エッチング装置
- 102 処理容器
- 104 処理室
- 106 下部電極
- 108 高圧電流電源
- 110 静電チャック
- 112 フォーカスリング
- 118 整合器
- 119 整合器

11

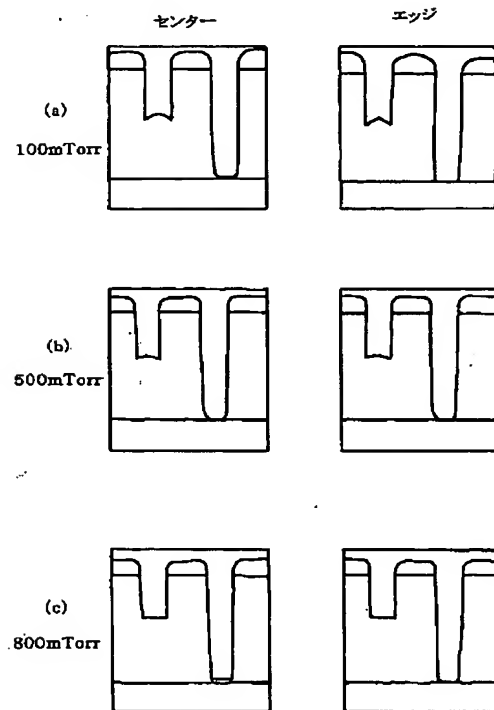
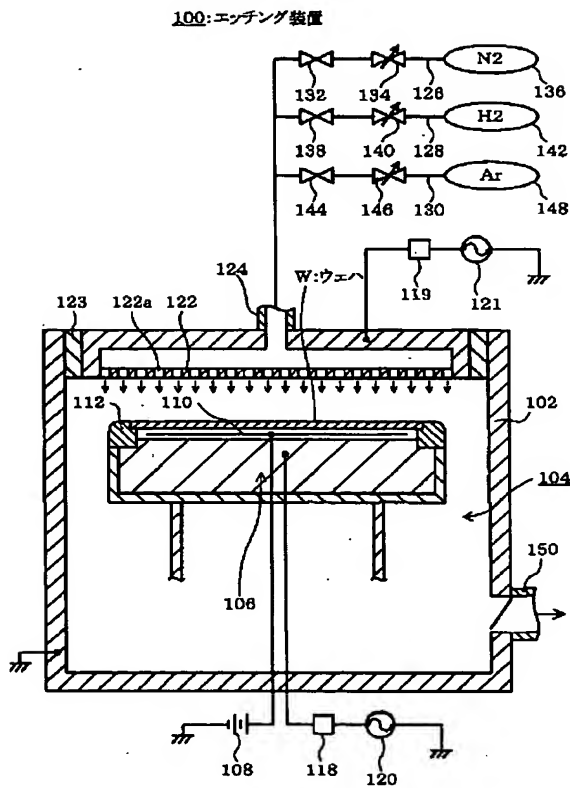
12

- 120 高周波電源
 121 高周波電源
 122 上部電極
 122a ガス供給孔
 123 絶縁体
 124 ガス供給管
 126, 128, 130 分岐管(第1分岐管, 第2分岐管)

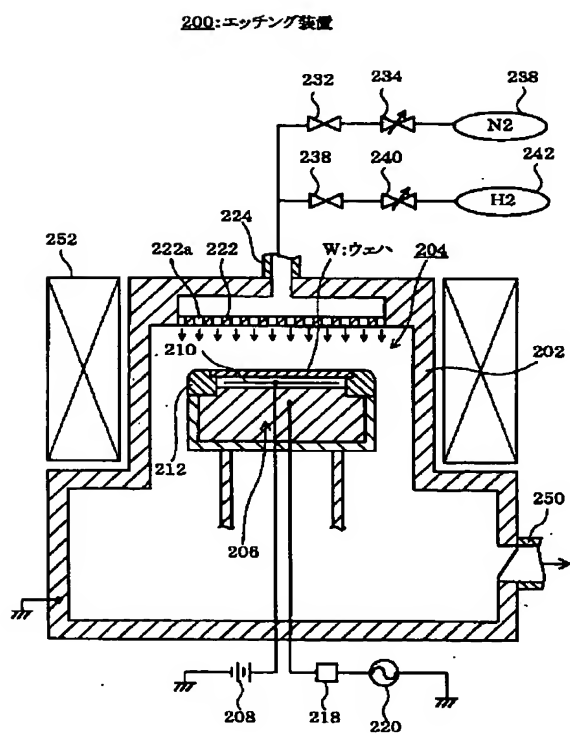
- * 岐管, 第3分岐管)
 132, 138, 144 開閉バルブ
 134, 140, 146 流量調整バルブ
 136, 142, 148 ガス供給源
 150 排気管
 W ウェハ

【図1】

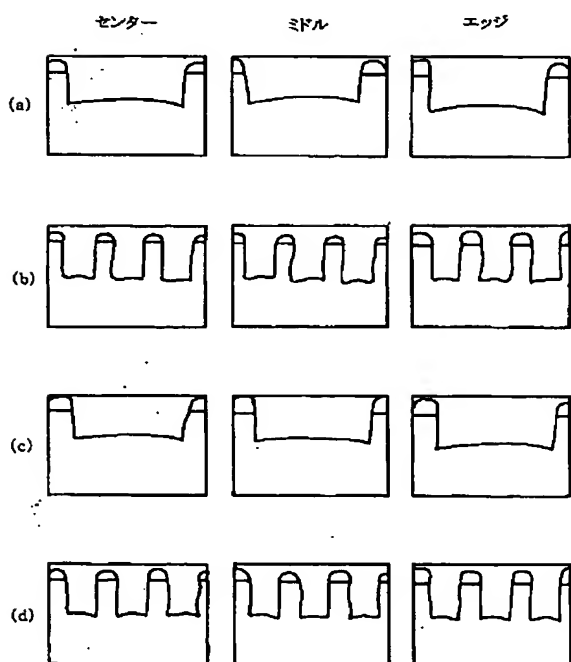
【図2】



【図4】



【圖5】



フロントページの続き

(72)発明者 内藤 和香子
山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1
東京エレクトロン山梨株式会社内
(72)発明者 稲沢 剛一郎
山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1
東京エレクトロン山梨株式会社内

F ターム(参考) 4K057 DA13 DA18 DB20 DD08 DE14
DE15 DE20 DG13 DM05 DM08
DM33 DN01
5F004 AA05 AA16 BA04 BA09 BB11
BB13 BB18 BB23 BB28 CA02
DA00 DA23 DA24 DA25 DB23
EB01 EB03